

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 386 492

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 78 05030**

(54)

Mouffle à nid d'abeille pour les fours à cuve pour la fusion du verre.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>2</sup>). C 03 B 5/04.

(22)

Date de dépôt ..... 22 février 1978, à 14 h 34 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée : *Demande de brevet déposée en Italie le 7 avril 1977, n. 22.264 A/77  
au nom des demandeurs.*

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 44 du 3-11-1978.

(71)

Déposant : NEGRONI Eugenio et NEGRONI Roberto, résidant en Italie.

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet J. R. Bossard.

La présente invention concerne une mouffle à nid d'abeille pour les fours à cuve pour la fusion du verre et plus particulièrement une mouffle à nid d'abeille pour les bâtis superposés de fours à cuve continus pour la fusion du verre et de ses dérivés.

5 Dans les fours pour la fusion du verre, outre les facteurs de construction, les facteurs thermiques ont une importance déterminante et doivent tenir compte des calories nécessaires pour porter la masse froide (déchets de verre et composants solides pour la  
10 préparation du verre) entrant dans le four de la température extérieure à la température intérieure de la cuve de fusion du four et pour la porter ensuite à fusion; des calories sont enlevées par le verre fondu sortant du four; des calories sont perdues par conduction de la voûte et des parois (c'est à dire par les pieds-droits) du four; des calories sont perdues par conduction des parois  
15 des chambres de récupération et de régénération associées du four; et des calories sont souvent enlevées par les fumées de la cheminée.

Il est également connu que pour avoir un verre ayant une composition et des caractéristiques physiques homogènes, le mélange de vitrification présent dans la cuve de fusion du four doit être  
20 complètement fondu dans la masse entière c'est à dire soit aussi bien en surface qu'en profondeur près de la solette de la cuve de fusion, ceci ayant lieu très rarement dans les fours du type actuellement connu.

Les structures superposées des fours à cuve pour la fusion  
25 du verre du type connu sont réalisées par des blocs de matière réfractaire, généralement à base de silice, dont les surfaces sont lisses et uniformes: de cette manière aussi bien les voûtes que les pieds-droits des fours sont constitués avec des surfaces lisses et continues. D'une construction de ce type découle un grave défaut du point de vue thermique des fours, défaut conséquence de  
30 la surface rayonnante des voûtes et des pieds-droits desdits fours.

Pour éliminer les dits inconvénients, on a eu recours à une consommation d'énergie thermique toujours croissante, ce qui en général s'est traduit par une consommation de combustible brûlé  
35 à l'intérieur du four par des brûleurs: même dans ce cas, on n'a pas obtenu de résultats satisfaisants étant donné qu'il y avait une température très élevée à l'endroit de la surface de la masse fondue ou en voie de fusion et une température trop basse à l'intérieur de la masse elle-même.

Pour augmenter les calories cédées à la masse en fusion on a normalement recours à l'application, à l'intérieur de la cuve de fusion, d'électrodes spéciales de dimensions remarquables, par exemple ayant un diamètre de 36 mm et une longueur de 2 m, lesquelles sont plongées dans la masse en fusion pour la réchauffer et augmenter ainsi l'homogénéité et l'affinage du verre, avec grande dépense d'énergie électrique et de coûts d'installation.

Suivant une autre méthode communément suivie, on a recours au soufflage d'air comprimé sous pression de 2-2,5 atm à l'endroit du fond de la cuve de fusion, ledit air ayant pour but de déplacer les couches froides du verre présentes à proximité du fond de la cuve de fusion, en les amenant vers le haut et en contribuant ainsi à une meilleure homogénéité et affinage de la pâte vitreuse.

Dans tous les cas autrefois, les fours du type connu ne sont pas satisfaisants, étant donné qu'il exigent une consommation élevée d'énergie et ne donnent pas du verre présentant une composition et des caractéristiques physiques parfaitement homogènes.

Le but principal de la présente invention est de réaliser une mouffle à nid d'abeille pour des fours à cuve pour la fusion du verre, permettant d'obtenir une production de verre par m<sup>2</sup> de surface de la cuve de fusion supérieure à celle permise par les fours du type connu et permettant d'obtenir une économie de combustible d'environ 30% tout en respectant ce que l'on obtient par ailleurs dans les fours de type connu.

Un autre but est de réaliser une mouffle du type précité permettant de maintenir dans le four une température de fonctionnement plus basse que celle qui règne dans les fours connus, avec une consommation de matériaux plus réduite, une marche de la combustion dans le laboratoire du four constante, une corrosion plus réduite des alcalis à l'égard des parois hors du bain du four et un rendement thermique plus élevé par rapport aux fours du type connu, et un facteur très important, permettant d'obtenir un verre ayant des caractéristiques parfaitement homogènes et permettant la conduite extrêmement régulière de l'installation entière.

Lesdites caractéristiques et d'autres encore sont obtenues par une mouffle constituée de blocs de matière réfractaire, caractérisée en ce qu'au moins la voûte de chaque four est réalisée par des blocs de matière réfractaire dont la surface libre tournée vers l'intérieur du four est galbée avec au moins une encoche délimitée par des nervures en saillie.

Afin de rendre plus claires la compréhension de la construction et des caractéristiques de la mouffle pour fours suivant la présente invention, on en décrira ci-après une réalisation donnée simplement à titre d'exemple non limitatif, avec référence aux

5 dessins aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 montre schématiquement et en plan une cuve de fusion d'un four à cuve continu pour la fusion du verre;
- la figure 2 est une coupe transversale verticale du four;
- la figure 3 est une coupe longitudinale , verticale et partielle
- 10 dudit four;
- les figures 4 et 6 montrent une vue de deux réalisations de blocs en matières réfractaires différents pour la construction de la mouffle du four;
- les figures 5 et 7 sont des coupes transversales des blocs selon
- 15 la figure 4 et de la figure 6 respectivement;
- la figure 8 montre schématiquement le profil d'un four avec mouffle selon la présente invention ;
- la figure 9 est la représentation schématique du profil d'un four avec mouffle du type connu.

20 Dans le four dont la cuve de fusion 1 a été montrée schématiquement en plan à la figure 1, les déchets de verre et la composition constituée des substances solides utilisées pour la formation du verre c'est à dire le mélange vitrifiable, sont chargés dans la zone de charge 2, tandis que le verre fondu sort de la bouche de déchargement 3 pour être alimentée dans une cuve de repos

25 et pour être enlevé de celle-ci pour l'utilisation.

Au-dessus de la cuve 1 délimitée par le fond 4 et des parois latérales 5 s'étendent les pieds-droits verticaux 6 supportant la voûte 7 du four.

30 Tandis que dans les fours du type connu les surfaces tournées vers l'intérieur desdits pieds-droits et voûtes du four sont parfaitement lisses et uniformes, suivant la présente invention (figures 2 et 3) ils ont une conformation à nid d'abeille visible clairement aux figures.

35 Pour réaliser lesdites mouffles à nid d'abeille on utilise des blocs en matériau réfractaire tels que montrés aux figures 4 à 7. Aux figures 4 et 5 est montré un bloc en matériau réfractaire 8 dont la surface destinée à être tournée vers l'intérieur du four n'est pas lisse et uniforme, mais galbée avec une encoche 9

40 ayant une section transversale carrée délimitée par des nervures

en saillie 10 qui s'affaiblissent vers leur extrémité libre, d'une manière telle que la section transversale de ladite encoche 9 augmente en partant du fond vers la surface d'extrémité du bloc 8.

Dans le cas montré aux figures 4 et 5, les deux flancs 5 opposés 11 du bloc 8 sont plats et penchés l'un vers l'autre, avec le sommet tourné vers la même partie du bloc que l'encoche 9; en rapprochant les flancs penchés 11 de bloc divers, il est possible de réaliser l'infrastructure de la voûte du four. Il est évident que les flancs du bloc 8 peuvent être parallèles l'un à l'autre 10 deux à deux et ceci dans le but de permettre la réalisation des infrastructures des pieds-droits du four.

Aux figures 6 et 7 est montrée une réalisation différente d'un bloc 12 en matériau réfractaire ayant une surface dans laquelle on a pratiqué trois encoches 13 délimitées par les nervures 14, analogues à celles du bloc 8, et dont on ne donnera pas d'autres explications. 15

Il est évident que les blocs de matériau réfractaire avec les encoches et les nervures peuvent être réalisés avec un nombre quelconque d' encoches et que les encoches, au lieu de présenter 20 une coupe transversale carrée, peuvent être d'une section différente.

Aux figures 2 et 3, les blocs en matériel réfractaire constituant une mouffle de four ont été repérés simplement d'une façon schématique et, pour simplifier, les encoches ont été toutes repérées par 15, tandis que les nervures délimitant les encoches ont 25 été repérées aussi bien pour les voûtes que pour les pieds-droits, par 16.

Maintenant on se référera à la figure 8 représentant schématiquement le profil intérieur de la mouffle d'un four réalisé par les blocs suivant la présente invention et à la figure 9 30 montrant schématiquement le profil intérieur d'une mouffle d'un four de type connu. Il est aisé de comprendre comment la surface de rayonnement de la mouffle du four selon la figure 8 est largement supérieure à celle du four de la figure 9; par exemple, si la surface rayonnante du four de la figure 9 est de 22 m<sup>2</sup>, à parité de 35 coupe de la cuve de fusion, la surface de la mouffle du four de la figure 8 est de 60 m<sup>2</sup>. Cette différence énorme de surface de rayonnement de la mouffle et le fait que les encoches 15 se comportent à

la manière de feux convergent en faisceau (dont un a été montré en pointillé à la figure 8), l'énergie thermique rayonnée par la mouffle, permet d'avoir une différence de température remarquable à l'endroit des diverses couches du bain de verre dans le four réalisé par la mouffle suivant l'invention par rapport au cas traditionnel.

En effet, en supposant que dans les deux cas (figures 8 et 9) on désire avoir une température de  $1484^{\circ}\text{C}$  à la surface du bain de verre, tandis que dans le bain de verre ayant une profondeur de 1, 20 m on a, à des distances constantes, les températures indiquées à la figure 9 (avec une température minimum de  $1204^{\circ}\text{C}$  en proximité du fond de la cuve), dans le cas où la mouffle est réalisée par des blocs suivant la présente invention on a dans la masse du bain de verre et à la même distance considérée ci-dessus, les températures qui sont indiquées à la figure 8, avec une température minimum à proximité du fond de la cuve de  $1400^{\circ}\text{C}$ , bien supérieure, de  $196^{\circ}\text{C}$ , à celle que l'on trouve au même point dans une mouffle de type traditionnel.

Il est important de considérer que la mouffle suivant la présente invention et qui vient d'être décrite représente le laboratoire du four vrai et véritable coeur de l'installation, étant donné que, à l'intérieur de celle-ci se trouve l'entière installation de combustion, l'arrivée de l'air préalablement réchauffé des petites tours de récupérateurs ou régénérateurs, la sortie des fumées et les appareils de commande et de contrôle de l'installation entière.

Dans le four à cuve pour la fusion et l'affinage du verre schématiquement montré à la figure 1, à laquelle on se réfère à nouveau, le parcours de la masse vitreuse en mouvement de l'embouchure d'entrée 2 à la bouche de déchargement 3 est tel que dans un four avec la mouffle traditionnelle, ce n'est qu'à l'endroit de la ligne en traits interrompus B-B qu'il n'y aurait plus de masses flottantes sur le bain de verre, tandis qu'avec une mouffle suivant la présente invention, lesdites masses solides flottantes n'existeraient plus déjà à partir de la ligne en traits A-A.

Ceci signifie qu'avec la mouffle selon la présente invention, on a un parcours très régulier dans le four, le mélange vitrifiable complètement fondu étant formé très loin de la bouche de déchargement 3.

Le fait qu'à parité de dimensions du four, la mouffle suivant l'invention permet de fondre un mélange vitrifiable beaucoup plus important qu'en employant une mouffle du type traditionnel, permet de maintenir dans le même four, plus longtemps, une masse vitreuse parfaitement fondue, ce qui a une grande influence non seulement pour l'augmentation de la production en fonction d'un processus plus rapide de fusion et d'affinage du verre, mais permet également d'obtenir un verre d'une composition et de caractéristiques physiques parfaitement homogènes et reproductibles.

En conséquence, de ce qui vient d'être décrit et du fait qu'au dessus de la surface libre de la masse vitreuse fondue ou en cours de fusion il est possible de maintenir une température plus basse que celle exigée dans les fours du type traditionnel, les fours avec la mouffle suivant la présente invention permettent de réaliser une économie d'environ 30% de combustible par rapport aux fours traditionnels (notamment par l'effet de la grande surface de rayonnement de la mouffle du four, laquelle augmente d'une façon remarquable le volant thermique, en annulant pratiquement le phénomène de refroidissement engendré par l'entrée du matériel à l'endroit de l'embouchure de charge 2); cela permet d'avoir une production supérieure en verre par m<sup>2</sup> de surface de la cuve de fusion (par l'effet d'une température plus uniforme dans le laboratoire du four en accélérant le processus d'affinage du mélange vitrifiable) et de maintenir une température de fonctionnement plus basse et d'avoir une usure inférieure des matériaux, de maintenir un cours constant de la combustion dans le laboratoire du four, d'avoir un rendement thermique supérieur et une régularité supérieure dans l'installation entière, et d'avoir enfin une corrosion inférieure à l'endroit des parois hors du bain de fusion, par rapport à celle dans les fours avec mouffle du type connu.

Il est évident que les blocs de matériau réfractaire utilisés pour la réalisation des mouffles décrites peuvent être réalisés en des matériaux réfractaires plus aptes pour l'exploitation visée; par exemple ils peuvent être réalisés en silice, en alumine, en carbure de silicium, en zirconium et silice, en magnésite, en chromite etc..

Il est également évident que dans le four décrit peuvent être fondus le verre et ses dérivés pour permettre la production de verre creux, verre moulé, verre étiré ou pour la constitution

de leur agglomérés actuellement en exploitation dans l'industrie  
du verre.



R E V E N D I C A T I O N S  
-----

1. Mouffle à nid d'abeille pour fours avec cuve pour la fusion du verre, constituée par des blocs en matériaux réfractaires, caractérisée en ce qu'au moins la voûte de chaque four est réalisée par des blocs en matériau réfractaire, dont la surface libre tournée vers l'intérieur du four est galbée avec au moins une encoche délimitée par des nervures en saillie.
2. Mouffle suivant la revendication 1, caractérisée en ce que les dites nervures sont affaiblies vers leurs extrémités libres.
3. Mouffle suivant les revendications 1 et 2, caractérisée en ce que lesdites encoches présentent une coupe transversale de forme carrée.
4. Mouffle carrée suivant les revendications de 1 à 3, caractérisée en ce que les deux flancs opposés desdits blocs sont plats et penchés l'un vers l'autre du même côté du bloc qu'est tournée ladite encoche.
5. Mouffle suivant les revendications de 1 à 3, caractérisée en ce que les pieds-droits du four sont réalisés ausurplus par des blocs en matériel réfractaire analogues à ceux constituant la voûte du four.
6. Blocs en matériau réfractaire pour la construction des mouffles de fours à cuve pour la fusion du verre, caractérisés en ce qu'ils présentent une de leurs surfaces galbée avec au moins une encoche délimitée par des nervures en saillie.





